

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

10-ї Міжнародної науково-технічної конференції

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**



**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT

**Тези доповідей 10-ої Міжнародної
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

Abstracts of the 10th International Scientific and Technical Conference

**«RELIABILITY AND DURABILITY OF RAILWAY TRANSPORT
ENGINEERING STRUCTURES AND BUILDINGS»**

Харків 2024

Kharkiv 2024

10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 225 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниці, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.

10th International Scientific and Technical Conference "Reliability and durability of railway transport engineering structures and buildings" Kharkiv, November 20-22, 2024: Abstracts. - Kharkiv: UkrSURT, 2024. - 225 p.

The proceedings include abstracts of presentations by researchers from higher education institutions in Ukraine and other countries, as well as representatives of enterprises in the transport and construction industries. The topics are organized into three main areas: railways, highways, industrial transport, and geodetic support; building structures, buildings, and facilities; and construction materials, including the protection and repair of structures and facilities.

© Український державний університет залізничного транспорту, 2024

© Ukrainian State University of Railway Transport, 2024

**ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНІХ
ЗУСИЛЬ У ПЕРЕРІЗАХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**NUMERICAL-ANALYTICAL TECHNIQUE FOR DETERMINING
INTERNAL FORCES IN CROSS-SECTIONS OF BUILDING STRUCTURES**

А.В. Томашевський¹

¹*ТОВ «ЛІРА САПР», Національний авіаційний університет (м. Київ)*

A. V. Tomashevskiy¹

¹*“LIRA SAPR” LLC, National Aviation University (Kyiv)*

При моделюванні роботи будівельних конструкцій методом скінченних елементів використовуються скінченні елементи різної розмірності: стержневі, пластинчасті та об'ємні. Вибір певного типу скінченного елемента робиться з міркувань забезпечення достатнього рівня відповідності між математичною моделлю й дійсною роботою конструкції, коректності формування вузла примикання до інших елементів, зручності для збирання навантажень і аналізу результатів, придатності внутрішніх зусиль до використання в інших прикладних розрахунках.

Деякі конструкції, такі як пілони, короткі простінки, перемички, балки-стілки, збірні плити перекриттів, стінові панелі, діафрагми, ядра жорсткості будівель, моделюються набором елементів різної розмірності, але за роботою подібні до стержнів. Їхні складені поперечні перерізи будуть представлені в моделях наборами скінченних елементів та вузлів. Для докладного аналізу та прикладних розрахунків таких конструкцій пропонується впроваджена в ПК ЛІРА-САПР [1] чисельно-аналітична методика обчислення внутрішніх зусиль через вузлові реакції елементів, що формують складений переріз. Для визначення інтегрованих внутрішніх зусиль у складеному перерізі, утвореному вихідними вузлами та елементами, слід обчислити сумарні вузлові реакції, що виникають у даних вузлах від даних елементів, приведені до обраної системи координат складеного перерізу.

Методика реалізована в системах «Кам'яні та армокам'яні конструкції» та «Стержневі аналоги». У першій вона дозволяє розраховувати зусилля в простінках та є основою для подальших автоматизованих розрахунків кам'яних та армокам'яних конструкцій.

Більш універсальні можливості для аналізу та конструювання різноманітних будівельних конструкцій, робота яких подібна до роботи стержнів, надає система «Стержневі аналоги» [2]. Стержневий аналог складається з вихідних вузлів та елементів, що формують складені перерізи аналізованої конструкції, та цільового стержня, зусилля в якому обчислюються не на основі переміщень його вузлів, а шляхом підсумовування вузлових реакцій у вузлах від елементів

складених перерізів. Обчислені внутрішні зусилля в перерізах цільового стержня далі використовуються для визначення зусиль за розрахунковими сполученнями навантажень і зусиль, а також в роботі систем конструювання. Стержневі аналоги в ПК ЛПА-САПР можуть застосовуватися у лінійних та нелінійних моделях, у статичній та динамічній постановках задач [3, 4, 5, 6, 7].

Розглянута верифікація запропонованої методики на прикладах вирішення класичних задач будівельної механіки [8], а також варіанти застосування основаних на ній інструментів при вирішенні практичних задач [9].

Наведена чисельно-аналітична методика надає можливість обчислювати внутрішні зусилля у перерізах будівельних конструкцій при максимальному збереженні виду вихідної моделі з урахуванням міркувань інженера про доцільність вибору тих чи інших типів скінченних елементів, про граничні розміри скінченно-елементної сітки та про влаштування вузлів примикання конструкцій, фактично інтегруючи напруження по площині перерізу [10], але застосовуючи для цього вузлові реакції, отримуючи точні та керовані результати, готові для подальшого аналізу та застосування на наступних етапах розрахунку. Недоліком запропонованої методики є необхідність формування складеного перерізу скінченними елементами й вузлами в одній площині, що вирішується засобами автоматизації побудови скінченно-елементних моделей, які допоможуть згенерувати необхідні об'єкти та налаштувати сітку скінченних елементів.

- [1] Барабаш М. С., Сорока М. М., Сур'янінов М. Г. Нелінійна будівельна механіка з ПК ЛПА-САПР : монографія. Одеса : Екологія, 2018. 248 с.
- [2] Varabash M. S., Tomashevskyi A. V. Bar analogues for modelling of building structures. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 2020. Vol. 16. Issue 3. P. 100 – 106.
- [3] Городецький О. С., Євзеров І. Д. Комп'ютерні моделі конструкцій. Київ : Факт, 2007. 394 с.
- [4] Городецький О. С., Барабаш М. С., Урахування нелінійної роботи залізобетонних конструкцій у практичних розрахунках. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування* : зб. наук. праць. Дніпро : ПДАБА, 2014. Вип. 77. С. 54 – 59.
- [5] Gorodetskyi O. S., Varabash M. S., Romashkina M. A., Tomashevskyi A. V. “Characteristic load” principle. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 2020. Vol. 16. Issue 2. P. 50 – 63.
- [6] Барабаш М. С. Комп'ютерне моделювання процесів життєвого циклу об'єктів будівництва : монографія. Київ : Сталь, 2014. 301 с.
- [7] Барабаш М. С. Вплив процесу зведення на просторову роботу несучих систем будівель. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування* : зб. наук. праць. Дніпро : ПДАБА, 2012. № 65. С. 29 – 34.
- [8] Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В., Довідник з опору матеріалів. Київ : Наукова думка, 1988. 736 с.
- [9] Varabash M. Some aspects of modelling nonlinear behaviour of reinforced concrete. *Strength of Materials and Theory of Structures*, 2018. Vol. 100. P. 164 – 171.
- [10] Gorodetskyi O. S., Varabash M. S., Filonenko Yu. B. Numerical Methods for Determining Stiffness Properties of a Bar Cross-Section. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2019. B. 55. Vol. 2. P. 180 – 188.